

电能质量评估系统的设计及实现

牛媛媛, 陆 达, 陈明金

(厦门大学 计算机科学系, 福建 厦门 361005)

摘 要:为实现对电能质量实时监测与管理,提高电力企业信息化水平,综合国内外多种电能质量评估系统的性能,文中设计并研发了一种电能质量在线分析管理系统,实现了电能质量评估工作的系统化、实时化,提高电力企业信息化水平,并为电能质量的控制奠定了基础。该系统基于 .NET 平台构建开发,分为表示层、业务逻辑层及数据管理层对代码进行优化管理。采用 ADO.NET 技术,通过统一的数据库管理数据,实现了系统管理、电能质量在线分析及自定义生成报表等功能。该系统具有多指标分析的完善性、自定义生成报表的灵活性、使用方便、界面友好等特点。

关键词:电能质量;管理系统;.NET 平台;设计与实现

中图分类号:TP311

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2009)12-0120-03

Design and Realization of Power Quality Analyzing System

NIU Yuan-yuan, LU Da, CHEN Ming-jin

(College of Computer Science and Technology, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: In order to achieve real-time supervision and management of power quality, enhance informationize level of power enterprises, synthesized the performance of many kinds of energy quality appraisal system on home and abroad, designed and developed one kind of power quality on-line analyzing management system. It realized systematization and timeliness of power quality evaluation work, enhanced informational level of power enterprises, and lay the foundation for power quality controlling. Fundamentally based on the .NET platform, meanwhile it was divided into the presentation level, the business logic level and the data management level, and realized the optimized management to the code. Adopting the ADO.NET technology and unifying database for data management, realized functions such as system administration, power quality online analyzing and custom report generating. The system has characteristics of perfection in multi-index analyzing, flexibility in custom report generating, easy to maintain and user friendly.

Key words: power quality; management system; .NET platform; design and realization

0 引 言

随着工业规模的扩大和用电设备的发展,电能质量问题日益突出^[1]。一方面,冲击性负荷、非线性负荷使电网出现诸如波形畸变、电压暂降、电压闪变、谐波污染等较为严重的电能质量问题;另一方面,用户使用越来越多的精密复杂电子设备,它们对电能质量敏感,要求高质量、高可靠性的电能,这些问题引起了电力部门和电力用户的高度重视。现今国外电力谐波污染的处理工作已经达到高端水平,我国对外开放后较之电能质量管理的落后也已经日益突出,如何抑制电网谐波带来的影响以及减小其它电力系统造成的危害,已经成为当前亟待解决的电力问题。另外,依照中国电

力发展的现状,现有的电能质量监测分析软件都在不同程度上存在功能单一、操作复杂、对操作人员素质要求较高等缺点,因此难以在基层配电、供电等电力部门推广应用。

根据我国电力部门的迫切需要,在构架基于信号处理器(DSP)的数据监测系统中,设计开发了该电能质量在线评估系统^[2~5]。

1 系统结构与功能

文中设计的电能质量评估系统主要由数据监测系统(下位机)、通信子系统和数据评估子系统(监控中心/上位机)三部分组成(见图1)^[6,7]。

基于该系统数据操作简单、频繁、数据量大等特点,系统架构了基于 SQL Server 2005 的中心数据库服务器,以达到最快的系统速率。该数据库中的数据主要通过数据监测子系统即 DSP 设备实时采集计算而来,电能质评估工作则基于该数据库进行。数据监测

收稿日期:2009-04-27;修回日期:2009-07-15

作者简介:牛媛媛(1984-),女,河北沧州人,硕士研究生,研究方向为电能质量、嵌入式;陆 达,教授,硕士生导师,研究方向为电力电子、电力系统仿真。

子系统主要用于采集前端实时数据。电能质量监测终端利用基于 32 位的 DSP(数字信号处理器)的三相电能质量监测装置的高速计算能力,完成电能质量的数据采集和实时处理分析,具有本地数据存储功能,用于存放短期实时数据,生成的数据格式与中心数据库保持一致。测量的同时与数据中心进行通信,通过网络将数据压缩上传至中心数据库,同时支持本地数据浏览功能,为电力工作人员提供实时精确的电能质量信息。

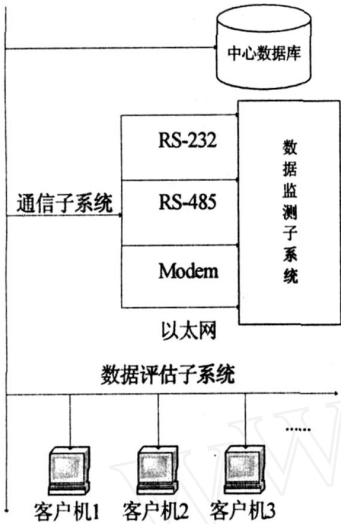


图 1 电能质量评估系统架构图

通信系统主要采用 RS232、RS485、以太网、内置调制解调器、外置设置解调器等多种灵活的通讯方式,实现现场的监测装置与远端的电能评估系统(计算机或服务器)以及中心数据库之间的通信。

数据评估子系统是该系统的主要操作部分。主要由系统管理、电能质量分析、生成报表三部分组成。系统管理是系统主界面,包括测点管理、组管理、用户管理。电能质量分析则是以图形界面形式对选中测点选定时间电能质量进行分析、显示。生成报表则对电能质量进行自定义分析并以报表形式输出(见图 2)。

2 软件结构

该系统基于 .NET 平台,使用 Visual Studio 2005 软件开发、C# 语言开发的程序,保证系统使用便捷、功能美观。程序结构采用数据层、业务逻辑层、表示层三层结构^[8],整体解决方案的各个管理功能均采用单独的方法解决,具有程序管理逻辑清晰、修改方便、传递简单等优点。同时软件开发使用了 C/S 模式,主要从用户利益角度考虑,为了满足该系统目前用户数目少、要求速度快的特点,并未使用较为流行的 B/S 模式开发,而是采用三层协议和分层开发的方法,避免更

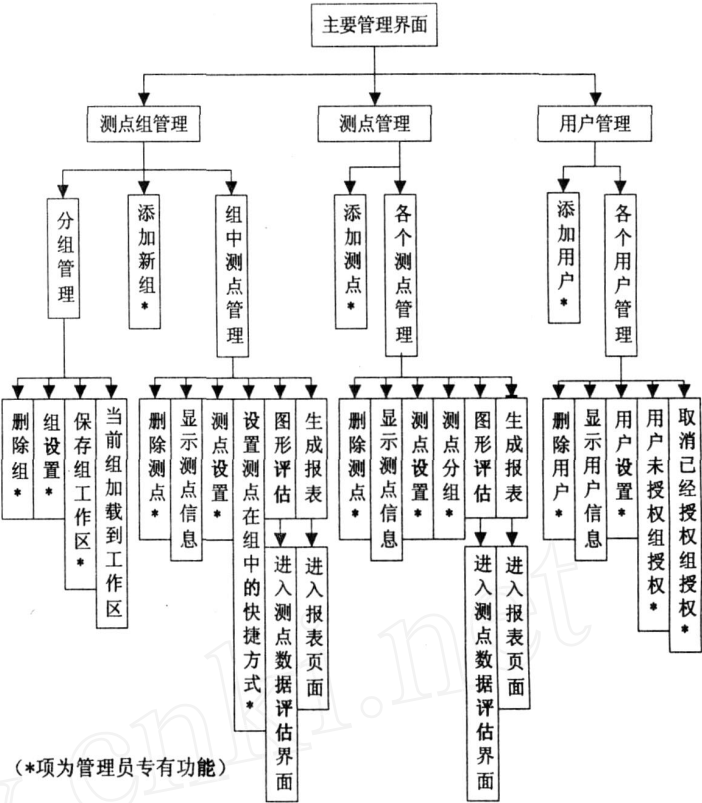


图 2 系统管理功能说明图

改数据层的同时很容易改型到 B/S 模式,来满足其升级的需要,避免了传统 C/S 模式维护和升级困难,业务逻辑和界面逻辑的可重用性差等缺点。对于三层协议,如图 3 所示,下面进行详细介绍:

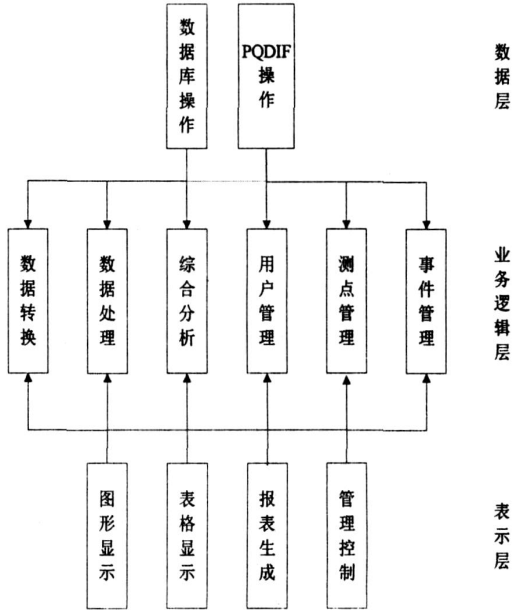


图 3 软件结构图

数据层,该层集中数据库全部操作且只负责对数据库的操作即添加、删除、修改等。

业务逻辑层,用于实现业务规则的封装,目的是使程序逻辑清晰、结构合理、转型简易、安全性高。其中

包括测点、组、用户等管理,电能评估,报表生成等数据的计算等操作。

表示层,主要完成系统与用户的交互工作,处理与界面相关事件,将数据交回业务逻辑层处理。不涉及数据的计算、操作问题。

三层代码分层管理,建立了清晰的系统结构。

3 系统管理与电能质量分析模块

3.1 数据库绑定

首次使用该管理软件需要进行数据库初始化配置,用于完成数据库的连接操作即系统初始化,为用户、实测点、测点分组等以及数据监测管理提供数据库支持,用户完成该连接才能进入系统管理功能界面。

数据库连接向导工作包括数据库连接方法说明、数据库域名和地址设置、数据库登录用户名和密码设置几项操作。数据库连接成功后即可进入电能质量评估系统的登录页面,并且运用技术完成数据库操作。

3.2 功能介绍

对系统功能的各个部分及功能点进行详细介绍。

3.2.1 系统管理功能

系统管理功能页面为该系统的管理页面及功能导入页面。主要分为上侧的菜单栏及工具栏,下侧则以左右划分为树工作区和图形工作区。树形工作区主要管理了数据库中的各项信息及该系统所具有的功能,而右侧的图形工作图是以用户为主要出发点,以图形方式便于用户使用。具体功能下面将进行全面介绍。

用户身份验证:考虑系统安全性,故采用用户身份验证审核用户权限,要求用户名、密码、用户类型三项均和数据库保持一致时,才能进入主管理页面。其中用户类型有超级用户、普通管理员、普通用户三种。

菜单栏:文件下拉菜单主要包括保存工作区、工作区图形转换、加载工作区、注销当前用户、退出系统等功能。

工具栏:工具栏包括数据库重连接、刷新图形管理页面以及在该页面打开组图、组信息保存、显示用户信息列表、显示测点信息列表、帮助快捷键、注销该用户登录等功能。

树管理分栏(该系统的主要管理部分):树管理分栏分为测点组的管理、测点管理、用户管理三部分。

测点组管理用于添加新组、删除组、设置组信息、保存组工作区信息、加载组图。

测点管理用于添加新测点、删除测点、显示测点信息、设置测点信息、测点分组、分析测点电能质量、生成报表等功能。

用户管理用于添加用户、删除用户、显示用户信

息、设置用户信息、用户对组的权限管理。为保证安全,三种用户权限不同。

图形管理页面:系统右下方的图形页面,该页面用于显示测点分布图,包括组图和组中的测点右击事件。测点快捷键右击事件同树的组中测点右击事件相同,包括显示测点信息、设置测点快捷方式、测点图形评估、生成报表等功能。

3.2.2 电能质量分析

电力系统由各种扰动引起的电能质量问题,主要可分为稳态和暂态部分^[2,9,10]。稳态电能质量问题以波形畸变为特征,其评价指标有:谐波、电压偏差、频率偏差、三相不平衡度、电压闪变等。暂态电能质量问题以频谱和暂态持续时间为特征,其评价指标主要有:电压骤升、跌落、供电短时中断等。根据国家各项电能质量指标,该部分将计算各项指标数据并按照图形方法显示在功能界面上,直观的向用户展示各时间段或时间点的电能质量变化情况。系统既支持稳态电能质量问题和暂态电能质量各项问题的单独分析,也提供自选两类不同指标并行分析,可对电压偏差与谐波电压进行对比分析,增强系统分析能力。

该电能质量分析界面,即该系统的主要功能点,为了使软件达到使用简单的原则,评估模块完全采用图形交互方式选择完成。具体选择方式如下:其中时间部分采用时间条拖动选择、时间下拉项选择、时间跨度模糊选择三种方式;各项指标参数均通过多项选择方式,以及放大缩小等功能的选择;各项指标则通过多个子页进行选择。

3.2.3 生成报表

该模块根据国家电能质量标准对数据进行分析并将结果以报表形式输出。

该报表生成功能支持在线数据库数据分析和本地文件数据分析两种,满足多种需要。对于各项指标、时间等均采用图形用户选择完成,以最大限度简化使用操作。其中可选项包括各相电压、电流、总畸变率、功率等可选信息,以及 1 - 50 次谐波电压测试结果表、1 - 50 次谐波电流测试结果表,表格内容包括最大值、最小值、平均值和 95 % 概率值等。可选曲线图包括各相电压、电流、不平衡度、有功功率、无功功率、功率因数、谐波电压和谐波电流及其各自总畸变率。对数据库中的数据进行报表生成可以采用设定任务的方式,有日报表、月报表、季度报表等。

4 结束语

文中设计完成的电能质量管理系统在功能上符合

(下转第 153 页)

由第二步规划得出指派:

B6 —B1 S1 —B3
B7 —B2 V1 —B4
B8 —Q V2 —B5

由以上指派可以得出在使用迭代指派得出的最优指派矩阵为:

$$X=\begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

规划目标函数 $\max_{i=1}^{n_w} \max_{j=1}^{n_t} A_{ij} T_j P_{ij} x_{ij}$ 的最优值为 2.9740。

3 结束语

现代战争的技术性越来越强,对抗强度越来越大,为赢得战争的胜利,消灭敌方目标是一场战争不可获取的步骤,而武器目标分配又是其中非常重要的一环,最大限度地消灭敌方目标,减少己方的损失是武器目标分配的最终目的。因次, WTA 问题特别是大规模的动态 WTA 问题的研究具有重要的理论意义和实际应

用价值。文中建立的迭代规划模型克服了静态模型分配武器时间的限制,但是模型本身具有其特殊性,在反应整个作战过程方面还不够精细。因次,将来对 WTA 问题的研究应侧重于对动态模型和求解模型算法的研究,并且使模型和算法紧贴实际应用,只有这样才能解决大规模的武器目标的动态分配以及实时分配问题。

参考文献:

[1] 陈英武,蔡怀平,邢立宁. 动态武器目标分配问题中策略优化的改进算法[J]. 系统工程理论与实践,2007,7(7):2 - 5.
[2] 蔡怀平,陈英武. 武器—目标分配(WTA)问题研究进展[J]. 火力与指挥控制,2006,31(12):2 - 4.
[3] Lloyd S P, H S W. Weapons Allocation is NP. Complete [C]// Proceedings of the 1986 Summer Conference on Simulation. Reno, Nevada:[s.n.],1986.
[4] Patrick A,Hosein M A. The Dynamic Weapon Target Assignment Problem[R]. Massachusetts:LIDS of MIT,1989.
[5] 迟 妍,邓宏钟,谭跃进. 作战智能体的攻击行为模型研究[J]. 系统工程与电子技术,2007,29(11):2 - 3.
[6] 姜启源,谢金星,叶 俊. 数学模型[M]. 北京:高等教育出版社,2003:82 - 97.
[7] 方必和,刘雪梅. 一类特殊二维 0 - 1 规划的广义指派模型求解[J]. 运筹与管理,2007,16(3):2 - 3.
[8] 梁国业,廖键平. 数学建模[M]. 北京:冶金工业出版社,2004:194 - 200.

(上接第 122 页)

我国电能质量评估管理和操作人员的需求,具有运行稳定、伸缩性好、使用方便、界面友好、处理实时等特点,同时也易于二次开发。经测试运行效果良好,对提高电网的运行水平产生积极的作用。

但是,电能质量在线分析工作仍需要从数据采集、计算、处理分析等方面提高其速率,以达到更快、更稳的要求。同时对于一个区域电网而言,如何根据已有测量点的实测数据和已知非测量点的负荷特性,利用仿真技术构建一个“完整”的电能质量监测系统模型,也是有待于完善的领域之一。

参考文献:

[1] Kaewarsa S,Attakitmongcol K,Kulworawanichpong T. Ecognition of power quality events by using multiwavelet - based neural networks[J]. Lectrical Power and Energy Systems, 2008,30:254 - 260.
[2] 全国电压电流等级和频率标准技术委员会. 电压电流频率

和电能质量国家标准应用手册[M]. 北京:中国电力出版社,2001.
[3] 和 巍,林 涛,崔一铂. 电能质量分析与控制策略综述[J]. 科技综述,2008,36(3):41 - 45.
[4] 肖湘宁,徐永海. 电能质量问题剖析[J]. 电网技术,2001,25(3):66 - 69.
[5] 汪秀丽. 浅论电能质量[J]. 水利电力科技,2006,32(2):17 - 28.
[6] 徐遐龄,查晓明. 电能质量监测评估系统的研究[J]. 高压电压技术,2008,34(1):158 - 162.
[7] 杨 进,肖湘宁. 电能质量监测技术发展新趋势[J]. 电力自动化设备,2004,24(11):82 - 86.
[8] 徐燕伟,杜树新.J2EE 构架下电能质量监控系统的设计与实现[J]. 电力信息化,2006,39(12):72 - 75.
[9] Hannan M A, Mohamed A, Hussain A, et al. Power quality analysis of STATCOM using dynamic phasor modeling[J]. Electric Power Systems Research,2009,79:993 - 999.
[10] 陶 顺,肖湘宁. 电能质量单项指标和综合指标评估的研究[J]. 华北电力大学学报,2008,35(2):25 - 29.